

## FICHE DE RECUEIL DES FAITS MARQUANTS DES DEPARTEMENTS/CENTRES

(Renseigner une fiche par fait marquant, classification des rubriques en annexe)

Fiche envoyée par : MIA/Jouy-en-Joas

**Titre du fait marquant : Metamodeling and global sensitivity analysis for computer models with correlated inputs: A practical approach tested with a 3D light interception computer model**

**Métamodélisation et analyse de sensibilité globale pour des modèles numériques avec des entrées corrélées : Approche pratique testée sur le modèle d'interception de la lumière par les plantes cultivées**

**Catégorie: Publication, DOI : <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsoft.2016.12.005>  
(Publication –en indiquant le doi) , Colloque, Partenariat, ESCO, Prospectives, Etudes, Brevets, Lancements/Inaugurations, Autres : précisez)**

**Contact : Elisabeta Vergu ([elisabeta.vergu@inra.fr](mailto:elisabeta.vergu@inra.fr)) et Jean-Pierre Gauchi ([jean-pierre.gauchi@inra.fr](mailto:jean-pierre.gauchi@inra.fr))**

**Unité : MaIAGE**

**Département : MIA**

**Centre INRA de Recherche : Jouy**

**Priorité du Document d'Orientation: 3Perf-1**

**Méta-programme (si adapté):**

**Plan d'action (si adapté) :**

**Mots-clés (rubrique libre) : AgroEcologie ; FlorSys ; Entrées corrélées ; Metamodélisation ; Régression PLS ; Chaos Polynomial; Indices de Sensibilité Globale.**

**Résumé :**

Les modèles de processus biophysiques sont souvent coûteux en termes de temps de calcul et leurs entrées sont fréquemment corrélées. Cette situation de non-indépendance entre les entrées est toujours un défi en vue de réaliser simultanément une analyse de sensibilité globale de la sortie du modèle et un métamodèle de cette sortie. Dans cet article, une nouvelle méthode pratique est proposée pour atteindre cet objectif double. Elle est basée sur une extension tronquée du chaos polynomial de la sortie dont les coefficients du polynôme sont estimés par régression aux moindres carrés partiels (PLS). La méthode est appliquée à un modèle numérique-informatique pour les couvertures hétérogènes dans les cultures arables, visant à prédire la compétition du couple récolte:adventices pour la lumière. Nous disposons maintenant de métamodèles rapides

**qui fournissent simultanément de bonnes approximations des sorties de ce modèle informatique et un aperçu clair des influences de ses entrées sur celles-ci, grâce à de nouveaux indices de sensibilité.**

**Contexte et enjeux :** Publication qui s'inscrit dans l'implication actuelle de l'Unité pour l'exploration de modèles numériques, et dont l'application s'est faite dans le domaine de l'Agro-Écologie, un des axes prioritaires aujourd'hui à l'INRA. Un contexte particulièrement adapté est celui de la méta-modélisation des modèles numériques d'interception de la lumière par les plantes cultivées usuelles (blé, orge, maïs, ...) en présence d'adventices pour mieux gérer celles-ci par l'adaptation de pratiques culturales. Cet enjeu est particulièrement présent dans le projet ANR en cours CoSAC : Conception de Stratégies durables de gestion des Adventices dans un contexte de Changement (climat, pratiques agricoles, biodiversité) voir le site <https://www.projet-cosac.fr/>

**Résultats :** Cette publication propose une méthode pratique de calculs d'indices de sensibilité de modèles numériques dans le cas d'entrées corrélées, situation où fort peu de méthodes à ce jour ont vraiment fait leurs preuves face à des cas réels. Les programmes en R fournis (voir détails dans la publication) permettent à un agronome de faire facilement les calculs après une heure ou deux de prise en main seulement.

**Perspectives :**

1. Généralisation au cadre multiréponse et où simultanément des entrées qualitatives sont présentes à côté des entrées continues, via la transformation de ces entrées qualitatives en indicatrices. Cette situation est déjà abordée et résolue dans les rapports techniques (accessibles par PRODINRA):

- Gauchi, J.P., 2015. A practical method of global sensitivity analysis under constraints. *Technical Report, Unité MaIAGE de Jouy-en-Josas*, n°2015-1, 22 pages.
- Gauchi, J.-P., 2012. Global Sensitivity Analysis: The SIVIP method -SAS/IML language. *Technical Report, Unité MIA-0341 de Jouy-en-Josas*, n°2012-3, 107 pages.
- voir aussi le package R nommé « sivism » sur le site <https://cran.r-project.org/>

2. Généralisation au cadre réponse fonctionnelle sans le découpage de celle-ci : recherche méthodologique à faire.

**Valorisation :** Publication

**Références bibliographiques :**

Gauchi, J.-P., Bensadoun, A., Colas, F., Colbach, N., 2017. Metamodeling and global sensitivity analysis for computer models with correlated inputs: a practical approach tested with a 3D light interception computer model. *Environmental Modelling and Software*, 92, 40-56.

Publication en cours:

Colas, F., Gauchi, J.-P., Villerd, J., Colbach, N. Simplifying a complex model: sensitivity analysis and metamodeling of the complex mechanist model FLORSYS. To be submitted in *Ecological Modelling*, 2017.

Thèse de doctorat en cours:

- financement: INRA Dijon / UMR 1347-Agroécologie + Région Bourgogne Franche-Comté + INRA Jouy / Unité MaIAGE
- Doctorante: Floriane Colas

- Encadrant: Nathalie Colbach (Agroécologie, AgroSup Dijon, INRA, Univ. Bourgogne Franche-Comté, F-21000 Dijon, France)

- Co-encadrants: Jean-Pierre Gauchi (INRA Jouy / Unité MaIAGE), Jean Villerd (LAE, INRA, Univ. Lorraine, F-54500 Vandœuvre-lès-Nancy, France).

## CLASSIFICATION

### Priorités du Document d'Orientation (voir <http://2025.inra.fr/>)

#### **[#Global] L'ambition globale d'atteindre la sécurité alimentaire dans un contexte de transitions**

- **#Global-1** : Des transitions globales assumées
- **#Global-2** : La disponibilité des bio-ressources gérée aux différentes échelles
- **#Global-3** : Une vision intégrée des comportements, des marchés et des échanges
- **#Global-4** : Des approches territorialisées au service d'une compréhension générique des performances des systèmes alimentaires

#### **[#3Perf] Des agricultures diverses et multi-performantes**

- **#3Perf-1** : L'agro-écologie mobilisée au service de la multi-performance des agricultures
- **#3Perf-2** : D'autres leviers biologiques et technologiques pour la multi-performance
- **#3Perf-3** : L'évaluation multicritère pour objectiver les performances
- **#3Perf-4** : Des transitions comprises et facilitées

#### **[#Climat] Les systèmes agricoles et forestiers face au défi climatique**

- **#Climat-1** : L'adaptation de l'agriculture et de la forêt au changement climatique
- **#Climat-2** : La maîtrise de la contribution de l'agriculture et de la forêt à l'effet de serre
- **#Climat-3** : La conservation de la biodiversité et la valorisation des services
- **#Climat-4** : La préservation et la valorisation des ressources en eau et en sol

#### **[#Food] Une alimentation saine et durable**

- **#Food-1** : De nouveaux systèmes alimentaires territorialisés, notamment urbains
- **#Food-2** : Les systèmes alimentaires alliés de la santé
- **#Food-3** : Les qualités des aliments élaborées dès l'amont

#### **[#BioRes] Des bio-ressources aux usages complémentaires**

- **#BioRes-1** : Le développement des biotechnologies vertes et blanches
- **#BioRes-2** : L'apport des biotechnologies et des procédés pour de nouvelles ressources adaptées aux usages
- **#BioRes-3** : La conception de systèmes bioéconomiques

#### **[#OpenScience] Une science ouverte grâce au numérique**

- **#OpenScience-1** : Des infrastructures de recherche connectées
- **#OpenScience-2** : Une organisation des données pour le partage et la réutilisation
- **#OpenScience-3** : Des approches prédictives en biologie
- **#OpenScience-4** : De nouveaux modes de diffusion de la connaissance
- **#OpenScience-5** : Le métier et l'environnement du chercheur adaptés au numérique

#### **[#OpenInra] Un acteur national de l'innovation ouvert dans les territoires**

- **#OpenInra-1** : Une ouverture vers l'enseignement supérieur et un partenariat territorial renforcés
- **#OpenInra-2** : La mobilisation de toute l'expertise de l'Inra en appui aux politiques publiques
- **#OpenInra-3** : Le chemin vers l'innovation bénéficie d'un pilotage renforcé
- **#OpenInra-4** : La Science ouverte aux acteurs non-marchands de la société

## **[#Appui] Anticiper et accompagner les évolutions**

- **#Appui-1** : Une organisation efficiente, agile, résiliente
- **#Appui-2** : Une stratégie de financement fiable et solidaire
- **#Appui-3** : Un Institut attractif et motivant pour ses agents
- **#Appui-4** : Les actions et les valeurs de l'Institut visibles et partagées par une communication externe et interne active
- **#Appui-5** : Un pilotage institutionnel efficace et partagé

## **Plans d'action**

- **Ressources humaines et communication interne** : pour assurer l'attractivité et la cohésion d'une communauté de travail chargée d'une mission majeure de service public, en veillant à la motivation et à la qualité de vie au travail des agents titulaires, contractuels ou partenaires
- **Coopération avec l'enseignement supérieur** : pour décliner les thématiques prioritaires de l'Inra en stratégies scientifiques de sites, partagées avec nos partenaires dans les territoires, contribuant à faire de chaque grand site universitaire un pôle de rayonnement international sur les thématiques d'excellence de l'Inra
- **Innovation** : pour valoriser et élargir le formidable potentiel d'innovation de l'Institut, en combinant les disciplines, en co-construisant avec les acteurs des filières et des territoires, en valorisant nos infrastructures et en ciblant des domaines d'innovation prioritaires
- **Stratégie européenne et internationale** : pour décliner la stratégie scientifique de l'Inra avec un plan d'action visant à mobiliser nos principaux partenaires sur nos priorités au sein d'un réseau mondial de la recherche agronomique et alimentaire, et à assurer notre présence dans les institutions internationales
- **Prospective scientifique interdisciplinaire** : pour éclairer les futurs fronts de science, enrichir nos orientations, développer des actions incitatives, favoriser des partenariats scientifiques, économiques, disciplinaires ou de formation
  - ✓ Sciences pour les élevages de demain
  - ✓ Intégration des recherches (nexus) santé-alimentation-élevage
  - ✓ Agro-écologie
  - ✓ Approches prédictives en biologie et en écologie

## **Méta-programmes**

- SMACH
- M2E-MEM
- GISA
- SELGEN
- DID'IT
- ACCAF
- EcoServ
- Glofoods